



Docket No.: 12301/2
Serial No.: 10/026,295

Exhibit A

DECLARATION

I, Masaki YANO of c/o IMP Building, 1-3-7, Shiromi, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 540-0001 Japan, declare that I am well qualified as a translator of Japanese to English and that I have carefully translated the attached English language translation from the original document:

Japanese Patent Publication number: 03-105321

Date of publication of application: May 2, 1991

Japanese Title: 液晶表示素子

English Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

published in Japanese; and that the attached translation is an accurate English translation of Japanese specification published under JP03-105321A to the best of my knowledge and belief.

Name: Masaki YANO

Signature: Masaki Yano

Date: 1st day of December, 2005

SPECIFICATION

1. Title of the invention

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

2. Claims

1. A liquid crystal display device using a liquid crystal molecule contacting with a film surface of an organic orientation film so as to be oriented in a specified direction by rubbing the film formed on an inner surface of a substrate with a puff cloth consisting of an organic fiber, characterized in that a glass substrate coated with an organic orientation film containing an imide or amide series at a thickness of 50 to 100 nm is heat-treated at 150 to 290 °C for 1 hour in the air, and subjected to rubbing, and the resulting orientation film satisfying the following respective conditions is used:

(A) Circular or elliptical domains having a size of 10 to 1500 nm are formed,

(B) Among domains having a size of 100 nm or larger among domains described in the (A), domains having a size of 10 to 300 nm are further formed,

(C) Domains described in the (A) or (B) have no specificity in a direction, and are formed surrounded by pleat-like parts of a width 1 to 30 nm,

(D) Irregularities in the aforementioned respective domain regions or between those regions is 1 to 10 nm,

(E) Between domains, linear convex parts extending 1 to 40 nm in a rubbing direction are formed at a line-to-line distance of 10 to 100 nm.

3. Detailed explanation of the invention

[Industrial field of applicability]

The present invention relates to a liquid crystal display device in which an organic orientation film is used for controlling an orientation direction of a liquid crystal molecule, and a film surface thereof is rubbed with an organic fiber puff cloth, to properly orient the orientation state of a liquid crystal molecule.

[Prior art]

Previously, an organic orientation film having a thickness of 50 to 100 nm is formed on inner surfaces of upper and lower glass substrates of a liquid crystal display device, and surfaces thereof contacting with a liquid crystal are

rubbed with a puff cloth consisting of an organic fiber, to orient a liquid crystal molecule approximately in a rubbing direction (JP-A No. 51-65960). However, whether a shape of an orienting film surface after rubbing is better or worse can not be determined and assessed by observing it, and the optimum condition of rubbing for controlling the orienting property of a liquid crystal can not be defined.

[Problems to be solved by the invention]

Previously, regarding mechanism by which a liquid crystal molecule (long axis) is oriented in a specified direction by an orienting film, there have been two theories of a theory that the orientation is due to a groove formed on a surface by rubbing, and a theory that a molecular chain of an orienting film organic substance is re-oriented along a rubbing direction by heat production due to rubbing and tensile force application and, in recent years, the latter has been prevailing to some extent.

An object of the present invention is to observe and investigate well the surface state of an organic orienting film of a liquid crystal display device having better property and, based on the result, to provide a liquid crystal display device using an orienting film in which the orienting property is assuredly quality-controlled.

[Means to solve the problems]

In order to attain the aforementioned object, in the present invention, a glass substrate coated with an organic orienting film containing an imide or amide series at a thickness of 50 to 100 nm is heat-treated at 150 to 290 °C for 1 hour in the air, and rubbed with a puff cloth consisting of an organic fiber, and the formed orienting film satisfying the following respective conditions is used:

(A) Circular or elliptical domains having a size of 10 to 1500 nm are formed,

(B) Among domains having a size of 100 nm or larger among domains described in the (A), domains having a size of 10 to 300 nm are further formed,

(C) Domains described in the (A) or (B) have no specificity in a direction, and are formed surrounded by pleat-like parts of a width 1 to 30 nm,

(D) Irregularities in the aforementioned respective domain regions or between those regions is 1 to 10 nm,

(E) Between domains, linear convex parts extending 1 to 40 nm in a

rubbing direction are formed at a line-to-line distance of 10 to 100 nm.

When rubbing is actually performed, many circular puff cloths are piled up to form a rubbing wheel, and an orientation film surface is rubbed around a wheel by rotating a wheel. When a rotation number of a rubbing wheel is high, it becomes difficult to recognize linear convex parts of the condition (E) and, conversely, when a rotation number is reduced, linear convex parts become clear, but when linear convex parts are developed too much, unnecessary streaks appear on a display surface and, for this reason, this is bad.

[Action]

The orientation film surface state after rubbing defined by the aforementioned respective conditions was determined as an assured quality controlling condition by testing display quality of many liquid crystal display devices having better property, disassembling them, and observing, assessing and studying the orientation film surface state, and it was confirmed that a liquid crystal display device satisfying these properties has usually the better orienting property.

[Examples]

Fig. 1 is a cross-sectional view of one example of a liquid crystal display device. In the figure, 1 is an upper substrate, 2 is a lower substrate, 3 is a sealing member for sealing and holding upper and lower substrates at a substrate periphery at an interval defined by a spacer, 4 is a nematic liquid crystal, 5 is a spacer, 6 is an upper electrode, 7 is a lower electrode, 10 is an upper polarizing plate, 11 is a lower polarizing plate, 12 is a reflecting plate, and 13 and 14 are a liquid crystal orienting film. A cross-sectional structure of a liquid crystal display device of the present invention has the same structure as that shown in Fig. 1, and liquid crystal orientation films 13 and 14 thereof are formed so as to satisfy the aforementioned respective conditions.

Fig. 2 is a view for explaining orienting film rubbing. In the figure, 20 is a liquid crystal orientation film, 21 is a (upper or lower) substrate, 22 is a direction for moving a substrate at orientation film rubbing, and 23 is a rubbing direction.

In order to impart the orienting function to a liquid crystal orientation film, as shown in Figure 2, the film is rubbed with a puff cloth consisting of an organic fiber from a horizontal direction to a perpendicular direction of the figure,

for example, in a direction with inclination of 40 to 45 degree while an orientation film 20 is moved in a direction designated with 22. Using upper and lower substrate 1, 2 on which such the liquid crystal orientation film is formed, a liquid crystal display device was manufactured, the liquid crystal orienting properties were assessed and it was confirmed that a liquid crystal is uniformly oriented.

Properties of a liquid crystal display device were assessed and confirmed, a liquid crystal display device was disassembled at a place of a sealing member of 3 to separate into an upper substrate 1 and a lower substrate 2, and a liquid crystal attached to each of them was removed by immersing in acetone. Thereafter, these substrates were cut into a size of 2 to 3 cm², and this was stained by placing in a 20 to 100% staining solution for 1 minute to 6 hours, and dried and, thereafter, this was placed into a 12 % aqueous HF solution to peel an organic orientation film, which was fixed on a Cu mesh to prepare a sample. A direct transmitted image at a 20 thousands to 500 thousands magnification of the thus prepared sample was taken with a transmission electron microscope at an acceleration voltage of 125 kV and this was further magnified at a 800 thousands to 4 million magnification to obtain images as shown in Fig. 3 (a) to (c). By staining as described above, even at the same expansion magnification, a finer structure can be seen further better.

Fig. 3 (a) indicates that circular or elliptical domains 33 having a minimum diameter of 10 nm, domains 32 having an average diameter of about 300 nm, and domains 31 having a maximum diameter of 1500 nm are formed on an orienting film surface. These domains have no specificity in a direction, and are formed almost surrounded by plcat-like parts (lamella) 34 having a width of 1 to 30 nm. When a sample was observed further well, it was seen that, in the domains, fine domains are further formed and, between domains, linear convex parts are formed in a rubbing direction. In addition, a cross-sectional shape was observed by bending a sample and, as a result, it was also seen that irregularities in the aforementioned respective domain regions, or between those regions is 1 to 10 nm. That is, a surface of an orientation film exhibits the aforementioned ultra fine geometrical shape having fine irregularities and, from this, it was presumed that this enables uniform orientation of a liquid crystal. Fig 3 (b) indicates that, among domains 31, 32 and 33 having various sizes, circular or elliptical fine domains 35 having a diameter of 5 to 30 nm are further formed. Fig. 3 (c) indicates that, between domains, linear convex parts 36 extending 1 to 40 nm in a rubbing direction are formed at a line-to-line interval

37 of 10 to 100 nm as shown in the figure. However, when a rotation number of a rubbing wheel upon rubbing is high, it becomes difficult to recognize linear convex parts 36 and, conversely, when a rotation number is reduced, linear convex parts become clear, but when linear convex parts are developed too much, unnecessary streaks appear on a display surface and, therefore, proper rubbing condition is required to be selected.

[Effect of the invention]

As explained above, according to the present invention, the state of reorientation of a molecular chain on a surface after rubbing of an organic orientation film of a liquid crystal display device which has not previously been assessed quantitatively is seen quantitatively and, using this result, it has become possible to control a surface shape of an orientation film of a liquid crystal display device, high quality can be maintained, and a liquid crystal display device of high quality and high performance can be easily manufactured at a large scale.

4. Brief description of the drawings

Fig. 1 is a cross-sectional view of one example of a liquid crystal display device, Fig. 2 is a view for explaining rubbing of an orientation film, and Fig. 3 (a), (b), (c) are a view for explaining the state of a surface of an orientation film relating to the present invention.

1...upper substrate, 2...lower substrate, 3...sealing member, 4...nematic liquid crystal, 5...spacer, 6...upper substrate, 7...lower substrate, 10...upper polarizing plate, 11...lower polarizing plate, 12...reflecting plate, 13, 14, 20...liquid crystal orientation film, 21...substrate, 22...moving direction of substrate, 23...rubbing direction, 31...domain of maximum diameter, 32...domain of average diameter, 33...domain of minimum diameter, 34...pleat-like part, 35...fine domain formed in domain, 36...linear convex part formed in rubbing direction, 37...line-to-line interval

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-105321

(43)Date of publication of application : 02.05.1991

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

G02F 1/1337

(21)Application number : 01-242013

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 20.09.1989

(72)Inventor : EZAWA MASAYOSHI

MISUMI AKIRA

ASHIKAWA MIKIO

TOMITA YOSHIFUMI

KAWAGOE HIROMI

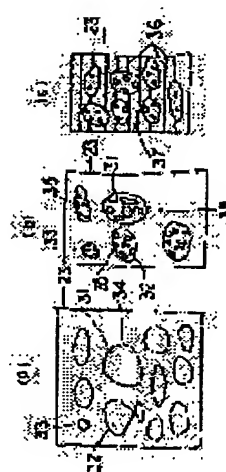
NAKAOKA OSAYASU

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To maintain a high degree of quality by the control regulating the optimum conditions for rubbing to control the orientation characteristics of a liquid crystal by determining the quality control conditions based on the results obtd. by quantitatively observing the surface condition of the org. oriented film of the liquid crystal display element having good characteristics.

CONSTITUTION: The quality is evaluated by whether the domains formed by subjecting a glass substrate coated with the org. oriented film contg. imide and amide systems to 50 to 100nm to a heating treatment for one hour at 150 to 290° C in the atm., then rubbing the film comply with the quantitative conditions or not. The control of the surface characteristics is executed by using the respective following conditions; the circular or elliptical domains 33 of 10nm min. diameter formed on the oriented film surface, the domains 32 of about 300nm average diameter and the domains 31 of 150nm max. diameter are enclosed by pleat parts 34 of 1 to 30nm width without having specificness; the ruggedness in the respective domain regions and between the regions is 1 to 10nm and linear projecting parts 36 extending to 1 to 40nm in the rubbing direction are formed at 10 to 100nm inter-line spacings between the lines.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-105321

⑤ Int. Cl.⁵

G 02 F 1/1337

識別記号

5 0 0
5 2 0

庁内整理番号

8806-2H
8806-2H

⑬ 公開 平成3年(1991)5月2日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 液晶表示素子

⑮ 特 願 平1-242013

⑯ 出 願 平1(1989)9月20日

⑰ 発 明 者 江 澤 正 義 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

⑰ 発 明 者 三 角 明 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

⑰ 発 明 者 芦 川 幹 雄 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

⑰ 発 明 者 富 田 好 文 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

⑰ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑰ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

液晶表示素子

2. 特許請求の範囲

1. 基板内面に形成した有機質配向膜を有機質繊維からなるパフ布でラビングして、膜面に接する液晶分子を特定方向に配向させるようにして用いた液晶表示素子において、イミド、アミド系を含む有機質配向膜を厚さ50～100nmに塗布したガラス基板を大気中150～290℃で1時間加熱処理したのちラビングして形成させた
 - (A) 大きさ10～1500nmの円形または長円形のドメインが形成されている
 - (B) 上記(A)に記載したドメインの中の大きさ100nm以上のものの中に更に大きさ10～300nmのドメインが形成されている
 - (C) 上記(A)又は(B)に記載したドメインは方向に特定性がなく幅1～30nmのひだ状部に囲まれて形成されている

(D) 上記各ドメイン領域内、領域間での凹凸は1～10nmである

(E) ドメイン間にはラビング方向に1～40nmに伸びた線状凸部が線間間隔10～100nmで形成されている

上記各条件に適合する配向膜を用いたことを特徴とする液晶表示素子。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、液晶分子の配列方向を制御するために有機質配向膜を用い、その膜面を有機質繊維のパフ布でラビングして、液晶分子の配列状態を適切に配向させた液晶表示素子に関する。

〔従来の技術〕

従来から、液晶表示素子の上下ガラス基板の内面に膜厚50～100nmの有機質配向膜を形成させ、その液晶に接触する表面を、有機質繊維からなるパフ布でラビングして、液晶分子をほぼラビング方向に配列させることが行われていた(特開昭51-65960号公報)。しかし、ラビン

特開平 3-105321(2)

グ後の配向膜表面形状などを観察して定量的に其の良否を判定評価することができず、液晶の配向特性を制御するラビングの最適条件を規定することはできなかった。

【発明が解決しようとする課題】

従来は、配向膜によって液晶分子(長軸)が特定方向に配向されるメカニズムについて、ラビングによって表面に形成された溝によるという説と、

ラビングによる発熱や張力印加により配向膜有機物質の分子鎖がラビング方向に沿って再配列するためとする説の2説があり、近年は後者の方がやや優勢であった

本発明は、特性良好な液晶表示素子の有機質配向膜の表面状態を良く観察して調べ、その結果に基づいて配向特性が確実に品質管理された配向膜を使用した液晶表示素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明においては、イミド、アミド系を含む有機質配向膜を厚さ50

条件(E)の線状凸部は認め難くなり、逆に回転数を下げると線状凸部がはっきりしてくるが、余り線状凸部を発達させ過ぎるのは、表示面に不要なすじなどが現われるので不可である。

【作用】

上記の各条件で規定されたラビング後の配向膜表面状態は、多数の特性良好な液晶表示素子を、表示品質を検査したのちに分解して配向膜表面状態を観察、評価、検討の上、確実な品質管理条件として決定したものであって、これらの条件を満たす液晶表示素子は常に良好な配向特性を有することが確認されている。

【実施例】

第1図は液晶表示素子の一例の断面図である。図中、1は上基板、2は下基板、3は上下基板をスペーサによって規制された間隔に基板周辺で封着保持する封着部材、4はネマチック液晶、5はスペーサ、6は上電極、7は下電極、10は上偏光板、11は下偏光板、12は反射板、13、14は液晶配向膜である。本発明液晶表示素子も断面

～100nmに塗布したガラス基板を大気中150～290℃で1時間加熱処理したのち有機質繊維からなるパフ布でラビングして形成させた

(A)大きさ10～1500nmの円形または長円形のドメインが形成されている

(B)上記(A)に記載したドメインの中の大きさ100nm以上のものの中に更に大きさ10～300nmのドメインが形成されている

(C)上記(A)又は(B)に記載したドメインは方向に特定性がなく幅1～30nmのひだ状部にほぼ囲まれて形成されている

(D)上記各ドメイン領域内、領域間での凹凸は1～10nmである

(E)ラビング方向に1～40nmに伸びた線状凸部が線間間隔10～100nmで形成されている上記各条件に適合する配向膜を用いることにした。

但し、実際にラビングする際には、円形パフ布を多数枚重ねてラビングホイールとし此のホイールを回転させてホイールの周辺で配向膜面をラビングするが、ラビングホイールの回転数が高いと

構造は第1図に示すものと同様であるが、その液晶配向膜13、14が既述の各条件を満たすように形成されている。

第2図は配向膜ラビングの説明図で、図中、20は液晶配向膜、21は(上または下)基板、22は配向膜ラビング時に基板を移動させる方向、23はラビング方向である。

液晶配向膜に配向機能を持たせるには、第2図に示すように、配向膜20を22と示す方向に移動させながら、図の水平方向から垂直方向へ例えば40～45度傾いた方向に有機質繊維からなるパフ布でラビングする。このような液晶配向膜を形成させた上下基板1、2を用いて液晶表示素子を製作し、その液晶配向特性を評価し、液晶が均一に配向することを確認した。

液晶表示素子の特性を評価、確認した後、液晶表示素子を封着部材3の個所で分解して上基板1と下基板2に分離し、それぞれに付着している液晶をアセトン等に浸漬して除去した。その後、これら基板を2～3mmの大きさに切断し、これを20

～100%の染色液に1分～6時間入れて染色し、乾燥した後、これを12%のHF水溶液に入れて有機質配向膜を剥離させ、Cuメッシュ上に固定して試料を作成した。こうして作成した試料を透過形電子顕微鏡により加速電圧125kVで2～50万倍の直接透過像を撮影し、これを更に80～400万倍に拡大して第3図(a)～(c)に示すような像を得た。上記のように染色することにより拡大倍率は同一であっても細部構造が一層良く判るようになったのである。

第3図(a)は配向膜面に円形または長円形の、最小径10nmのドメイン33、平均径約300nmのドメイン32、最大径1500nmのドメイン31が形成されていることを示す。これらのドメインは、方向に特定性がなく、幅1～30nmのひだ状部(ラメラ)34にほぼ囲まれて形成されている。試料を更に良く観察すると、上記ドメイン内に更に微小ドメインやドメイン間にラビング方向に線状凸部が形成されたことが判った。また、試料を折り曲げるようにして断面形状

を観察した結果、上記各ドメイン領域内、領域間での凹凸は1～10nmであることも判った。即ち、配向膜表面は上記のような超微細で微小凹凸のある幾何学的形状を呈しており、これにより液晶の均一配向が可能になると推定された。第3図(b)は、各種の大きさのドメイン31、32、33の中に更に直径5～30nmの円形または長円形の微小ドメイン35が形成されていることを示す。第3図(c)はドメイン間にはラビング方向に1～40nmに伸びた線状凸部36が図示の如く10～100nmの線間間隔37で形成されていることを示す。但し、ラビングする際のラビングホイールの回転数が高いと線状凸部36は認め難くなり、逆に回転数を下げると線状凸部がはっきりしてくるが、余り線状凸部を発達させ過ぎると、表示面に不要なすじなどが現われるので適切なラビング条件を選定する必要がある。

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、従来、定量的に評価できなかった液晶表示素子の有機質配

向膜をラビングした後の、表面の分子鎖が再配列した状態が定量的に判って、この結果を用いて、液晶表示素子の配向膜の表面形状の管理が可能となり、高度な品質を維持できるようになって、高品質、高性能な液晶表示素子を容易に量産できるようになった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は液晶表示素子の一例の断面図、第2図は配向膜のラビングの説明図、第3図(a)、(b)、(c)は本発明に係る配向膜表面状態を説明する図である。

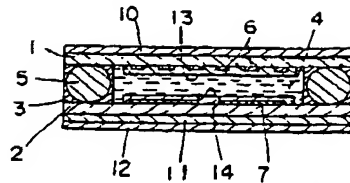
1…上基板、2…下基板、3…封着部材、4…ネマチック液晶、5…スペーサ、6…上基板、7…下基板、10…上偏光板、11…下偏光板、12…反射板、13、14、20…液晶配向膜、21…基板、22…基板移動方向、23…ラビング方向、31…最大径のドメイン、32…平均径のドメイン、33…最小径のドメイン、34…ひだ状部、35…ドメイン内に形成された微小ドメイン、36…

ラビング方向に形成された線状凸部、37…線間間隔。

代理人 弁理士 小川 勝男

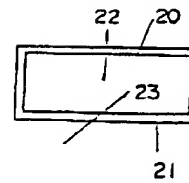


第 1 図



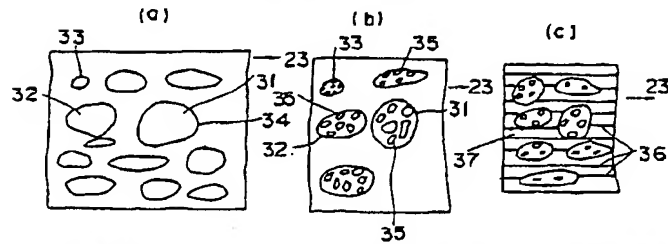
- 1-上基板
2-下基板
3-樹脂部材
4-ネジスクリ部材
5-スペーサ
6-上電極
7-下電極
10-上偏光膜
11-下偏光膜
12-基板
13,14-液晶配向膜

第 2 図



- 20-液晶配向膜
21-上下基板
22-基板移動方向
23-ラビング方向

第 3 図



- 31-最大径のドメイン
32-平均径のドメイン
33-最小径のドメイン
34-ラビング部
35-ドメインの中心に形成された微小ドメイン
36-ラビング方向に形成された線状凸部
37-線間距離

第 1 頁の続き

①発明者 川 越 弘 美 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場
内
②発明者 中 岡 修 庸 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場
内